

DE L'

LE JOURNAL

ÉOLIEN

ONSHORE & OFFSHORE

NUMÉRO SPÉCIAL - OCTOBRE 2023



**Zones d'accélération :
une nouvelle
usine à gaz ?**

Innovation

**Le recyclage
de la résine
époxy**

Éolien en mer

**Quelle
planification pour
l'éolien en mer ?**



RELEVER VOS DÉFIS DE RECRUTEMENT

énergies renouvelables - environnement

ELATOS, spécialiste depuis plus de 15 ans
du recrutement de dirigeants et de cadres

ELATOS - Lyon & Paris - 04 81 91 53 90 - contact@elatos.fr

www.elatos.fr

42,5 % en 2030

Vincent Jacques le Seigneur
Directeur de la publication



Crédit de couverture :
Photo de Jigrid / Air Scanner

**Abonnement de 1 an (5 n° dont un hors-série),
au Journal de l'Éolien (en € TTC) :**
France 99 €, Europe 109 €, Monde 119 €

Administration : Nathalie Bouhours
(tél. : 01 44 18 00 80)

Publicité : Kathy Essid (tél. : +33 1 53 36 37 80)

Directeur de la publication :
Vincent Jacques le Seigneur

Rédacteur en chef :
Vincent Boulanger

Responsable des produits éditoriaux :
Romain David (tél. : 01 44 18 73 42)

Rédacteurs : Claire Baudiffier, Jefferson Larue, Patrick Piro,
Carole Rap, Lily Ravon, Éva Thiébaud, Arnaud Wyart.

Secrétaire de rédaction : Claire Baudiffier, Rachel Laskar

Maquette – réalisation : Guillaume Bonduelle

Ont participé au comité de rédaction :
Gaëtan Fovez, Diane Lescot, Kathia Terzi, Frédéric Tuillé.

Dépôt légal : 3^e trimestre 2023

ISSN : 2115-8207

Commission paritaire : 0425 G 93032

Éditeur :



Observatoire des énergies renouvelables
(Association régie par la loi de 1901)
Président : Vincent Jacques le Seigneur
146 rue de l'Université – 75007 Paris
Tél. : + 33 (0)1 44 18 00 80
www.energies-renouvelables.org



IMPRIM'VERT®

Imprimerie de Champagne
ZI Les Franchises – 52200 Langres

Ce numéro est imprimé sur du papier
100 % PEFC (issu de forêts gérées
durablement et de sources contrôlées).

Ce magazine est expédié aux abonnés
sous film plastique 100 % recyclable.



Par une majorité écrasante¹, les députés du Parlement européen ont adopté, le 12 septembre dernier, la nouvelle directive² qui porte la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie européenne à 42,5 % d'ici 2030. Cet objectif montre tout le chemin parcouru : en seulement un quart de siècle, cette part aura été multipliée par quatre (elle était de 10,2 % en 2005) et nous rapproche d'un mix énergétique qui sera demain pour moitié issu des renouvelables ! Conformément au Pacte vert et au plan REPowerEU, il y a sans conteste une nette accélération, et cela malgré les tentatives d'obstruction qui se sont multipliées à Bruxelles.

Comme pour faire écho à ce vote, Ursula von der Leyen déclarait dès le lendemain, lors de son discours sur l'état de l'Union³ : « *Il nous faudra impérativement terminer le travail* », répondant par avance à celles et ceux qui souhaiteraient la voir baisser la garde alors que se profilent en 2024 les prochaines élections européennes. « *Notre industrie éolienne est un exemple de succès européen mais elle est actuellement confrontée à un ensemble sans équivalent de difficultés. C'est pourquoi nous allons présenter un train de mesures sur l'énergie éolienne – étroitement concertées avec l'industrie et les États membres.* »

Et la présidente de la Commission européenne de citer pêle-mêle l'accélération de la délivrance des permis⁴, l'amélioration des systèmes d'enchères, le renforcement des compétences, l'accès aux financements ou encore la stabilité des chaînes d'approvisionnement. « *De l'éolien à l'acier, des batteries aux véhicules électriques, notre ambition est très claire : l'avenir de notre industrie des technologies propres doit se construire en Europe* », a martelé Ursula von der Leyen.

Dans l'Hexagone, les acteurs de la filière reprennent espoir. « *À l'heure où la France s'interroge sur son avenir énergétique, le signal envoyé par l'Europe est clair, notre stratégie nationale se doit d'être exemplaire en se fixant à minima un objectif de 45 % d'énergies renouvelables dans son mix* », a déclaré Jules Nyssen, président du Syndicat des énergies renouvelables (SER). Il va falloir mettre les bouchées doubles car le tableau de bord de l'éolien pour le premier semestre 2023 publié par le ministère de la Transition énergétique montre que nous sommes encore loin d'être sur la bonne trajectoire.

La puissance raccordée au cours des six premiers mois de l'année s'élève en effet à seulement 588 MW pour l'éolien terrestre, soit un net recul par rapport au premier semestre 2022 (660 MW). La puissance éolienne en mer a pour sa part atteint 496 MW, contre 480 MW sur la même période l'an dernier, grâce au parc de Saint-Brieuc qui a vu ses premières éoliennes raccordées même s'il n'est pas encore entré en service. Avec ces 1 084 MW supplémentaires, le parc éolien français a ainsi atteint une puissance cumulée de 22,5 GW, dont 21,5 GW d'éolien terrestre et 1 GW d'éolien en mer. L'objectif de 26,5 GW fixé par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) pour fin 2023 paraît par conséquent bel et bien hors d'atteinte. On attend avec d'autant plus d'impatience le nouveau plan d'action du gouvernement.

1. 470 voix pour, 102 contre et 40 abstentions.
2. Issue du « paquet » Fit for 55 qui vise une réduction de 55 % des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 (REDIII).
3. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/speech_23_4426
4. Délais de 12 mois pour approuver de nouvelles installations dans les zones « propices au déploiement des énergies renouvelables » et 24 mois ailleurs.

LES HORS-SÉRIES ÉOLIENS

Pour répondre aux contre-vérités sur l'éolien

Dans chaque numéro, une somme d'arguments
pour rétablir les faits et tordre le cou aux rumeurs
et idées fausses sur l'éolien



EN VENTE SUR NOTRE STAND
OU SUR LIBRAIRIE-ENERGIES-RENOUVELABLES.ORG



INNOVATION

Le recyclage de la résine époxy

p. 12

Vestas, en collaboration avec l'université d'Aarhus, l'Institut technologique danois et le fabricant de résine Olin, a développé un procédé chimique permettant de recycler toutes les pales d'éolienne à base de résine époxy. Cette dernière, une fois séparée, pourra être réutilisée, par exemple pour fabriquer de nouvelles pales.



ÉOLIEN TERRESTRE

Zones d'accélération : une nouvelle usine à gaz ?

p. 14

Instaurées par la loi du 10 mars 2023, les zones d'accélération des énergies renouvelables vont-elles vraiment stimuler les procédures d'autorisation des parcs éoliens terrestres ? Il faudrait d'abord qu'elles voient rapidement le jour. Un nouveau micmac bureaucratique est en cours



ÉOLIEN EN MER

Quelle planification pour l'éolien en mer ?

p. 20

Pour atteindre les 40 GW de puissance installée d'ici 2050, l'État se lance dans l'élaboration de cartographies spécifiques sur les zones de développement éolien en mer par façade maritime. Le calendrier est serré. Explications.

L'ESSENTIEL DE L'ACTU 4

INNOVATION

Tourbillon de recherches autour des éoliennes 8

Le recyclage de la résine époxy 12

ÉOLIEN TERRESTRE

Zones d'accélération : une nouvelle usine à gaz ? 14

L'État doit continuer de sécuriser la filière 18

ÉOLIEN EN MER

Quelle planification pour l'éolien en mer ? 20

ENQUÊTE

Hydrogène offshore : aux prémices de l'industrialisation 24

ANALYSE JURIDIQUE

Vices cachés des machines : des éclaircissements sont attendus ! 28

MÉTIERS & FORMATIONS 30

OFFRES D'EMPLOI 32

Nota bene :

Ce numéro spécial diffusé gratuitement est composé d'une sélection d'articles extraits des numéros du Journal de l'Éolien parus en cette année 2023.



NOUVEAU !

L'abonnement au magazine vous donne dorénavant également droit à **une version numérique**, à travers un kiosque en ligne. Vos liens de connexion sont envoyés par l'adresse noreply@immanens.com à l'adresse e-mail communiquée lors de votre souscription au magazine.

Éolien terrestre à la peine en 2023

Le ministère de la Transition énergétique a publié fin août son « tableau de bord » du secteur éolien en France concernant le premier semestre 2023. La puissance raccordée au cours des six premiers mois de l'année s'élève à 588 MW pour l'éolien terrestre, soit un net recul par rapport au premier semestre 2022 (660 MW). La puissance éolienne en mer a pour sa part atteint 496 MW, contre 480 MW sur la même période l'an dernier, grâce au parc de Saint-Brieuc qui a vu ses premières éoliennes raccordées même s'il n'est pas encore entré en service. Avec ces 1 084 MW supplémentaires, le parc éolien français a ainsi atteint au 30 juin une puissance cumulée de 22,5 GW, dont 21,5 GW d'éolien terrestre et 1 GW d'éolien en mer. L'objectif de 26,5 GW fixé par la programmation pluri-

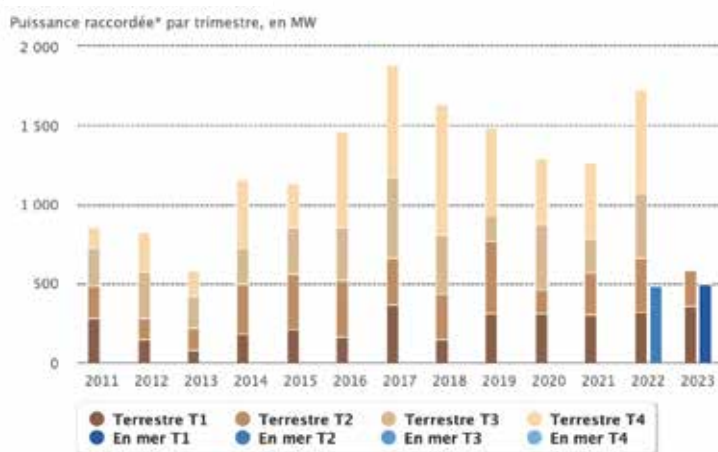
Électricité éolienne pour hydrogène vert

Le 7 septembre, le producteur d'hydrogène vert Lhyfe et VSB énergies nouvelles, filiale du producteur d'énergies renouvelables VSB, ont annoncé la signature d'un contrat long terme de fourniture d'électricité renouvelable (CPPA). Lhyfe a lancé la construction d'un site de production d'hydrogène vert et renouvelable nommé « Lhyfe Bretagne ». Cette unité sera mise en service fin 2023 et devrait produire jusqu'à deux tonnes d'hydrogène par jour. Elle sera alimentée en électricité par le parc éolien de Buléon exploité par VSB énergies nouvelles. Situé dans le Morbihan, il compte six éoliennes Vestas d'une puissance de 2,2 MW chacune pour un total de 13,2 MW. Ce contrat de fourniture d'électricité d'une durée de



seize ans permettra à Lhyfe de bénéficier de 100 % de l'électricité du parc pour produire de l'hydrogène. Ce dernier est destiné aux besoins locaux et servira à des usages liés à la mobilité et à des procédés industriels. ■

Éolien en France : nouveaux raccordements



SOURCE : SDES D'APRÈS ENEDIS, RTE, EDF-SEI ET CRE.

nuelle de l'énergie (PPE) pour fin 2023 paraît par conséquent bel et bien hors d'atteinte. La production d'électricité éolienne s'est élevée à 28,4 TWh au cours du premier semestre, et l'éolien en mer y contribue à hauteur de 0,8 TWh. 10,8 % de la consommation électrique française était d'origine éolienne au 30 juin 2023. La production a augmenté de 48 % par rapport au premier semestre 2022 avec la mise en service du parc de Saint-Nazaire fin 2022. ■

RWE ajoute 22,8 MW dans l'Aisne

Le producteur d'énergie RWE a inauguré le 7 septembre dernier l'extension du parc éolien de l'Épine Marie-Madeleine. Situées dans l'Aisne dans les communes de Montigny-le-Franc, Tavaux-et-Pontséricourt et Agnicourt-et-Séchelles, sept éoliennes d'une puissance totale de 22,8 MW ont été ajoutées à celles déjà en place. Elles répondront aux besoins annuels en électricité d'environ 12 800 ménages pendant 30 ans, assure RWE. Sur les sept éoliennes, quatre atteignent 164,9 mètres en bout de

pale et trois, 171,9 mètres. Ces différences s'expliquent notamment par la volonté paysagère de placer les nacelles à une hauteur similaire en compensant le relief des sols. RWE et son partenaire Énergie d'ici proposeront des réductions sur les factures d'électricité des foyers et petites entreprises des trois communes d'implantation du parc. L'entreprise a également mis en place des mesures compensatoires en rénovant les places des églises d'Agnicourt-et-Séchelles par exemple. ■



OLE JØRGEN BRATLAND - EQUINOR

Éolien flottant : Hywind Tampen inauguré en Norvège

Le prince héritier Haakon de Norvège et le premier ministre du pays ont inauguré le 23 août dernier le parc éolien flottant Hywind Tampen. Situé en mer du Nord, il fournira de l'électricité aux champs pétroliers et gaziers Snorre et Gullfaks de l'énergéticien Equinor, qui a également développé le parc. Ce dernier se compose de onze éoliennes flottantes et est doté d'une capacité de 88 MW. Il devrait couvrir environ 35 % des

Inauguration du parc Hywind Tampen par le prince héritier Haakon de Norvège et le Premier ministre, Jonas Gahr Støre.

EQUINOR

besoins annuels en électricité des cinq plateformes Snorre et Gullfaks. La mise en œuvre du projet a duré cinq ans. Son coût, estimé au départ à 434 millions d'euros, s'élève finalement à environ 642 millions d'euros. En cause, le Covid-19 et ses multiples impacts qui pourraient en partie être compensés par l'augmentation du prix du gaz et de la taxe CO₂. Le cabinet d'investissement Enova a soutenu le projet à hauteur de 200

millions d'euros et le fonds NoX à hauteur de 49 millions d'euros. « Hywind Tampen devrait réduire les émissions de CO₂ de 200 000 tonnes par an provenant des principaux producteurs de pétrole et de gaz de la mer du Nord », a déclaré Kjetil Hove, vice-président exécutif pour le plateau continental norvégien chez Equinor. Hywind Tampen est à ce jour le plus grand parc éolien flottant en service dans le monde. ■





PROVENCE GRAND LARGE - CAPA CORPORATE - IAN HANNING

Le 11 septembre, EDF Renouvelables annonçait que l'assemblage des trois éoliennes flottantes du projet pilote Provence Grand Large était achevé, et que la première des machines avait pris la mer vers son site d'implantation. Le parc est installé à 17 kilomètres au large de Fos-sur-Mer, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Il compte trois éoliennes d'une hauteur de plus de 170 mètres et d'une puissance totale de 25 MW. Il produira l'équivalent de la consommation électrique annuelle de 45 000 habitants.

Les machines prennent place sur des flotteurs « à lignes d'ancrage tendues » mesurant 45 mètres de haut et 80 mètres de large. Ces derniers seront installés sur une zone de 100 mètres de profondeur. Ils ont été développés et assemblés sur le site d'Eiffage Métal dans le port de Marseille-Fos, par le sous-traitant de l'industrie énergétique SBM Offshore et le groupe IFPEN. EDF Renouvelables développe ce projet pilote depuis plus de 10 ans et le parc devrait être mis en service début 2024. ■

Nouveau parc dans la Vienne

Début juillet, l'énergéticien Valorem a inauguré le parc éolien de Saint-Secondin situé dans le département de la Vienne. Le parc compte quatre éoliennes et prolonge celui d'Usson-Bouresse où dix éoliennes sont déjà en service. Deux-cents habitants ont pris part au financement participatif, lancé en 2018, qui a réuni 150 000 euros. Le parc produira 31 GWh d'électricité par an, l'équivalent de 60 % de la consommation électrique des habitants de la communauté de communes de Vienne et Gartempe. La région a adopté, en 2019, le SRADDET (Schéma régional d'aménagement de développement durable et d'égalité des Territoires), pour développer les projets d'énergies renouvelables. L'objectif visé est de porter la production éolienne à plus de 17 000 GWh à l'horizon 2050, pour 2 880 GWh aujourd'hui. ■

Parc de Dunkerque : rejet de la requête de la Belgique

Le 10 juillet, le Conseil d'État a rejeté la requête de l'État Belge qui demandait l'annulation du projet de parc éolien offshore de Dunkerque. La Belgique, la Région de Flandre, la commune de la Panne et le port d'Ostende ont déposé, en juillet 2021, une requête devant le tribunal administratif de Lille pour obtenir l'annulation du projet. En cause, un manque de concertation autour de l'emplacement du parc. Le pays voisin estime que ce dernier se trouve dans l'espace aérien contrôlé par la Belgique, ce qui est préoccupant pour la sécurité du

trafic au départ et à destination de la base militaire de Coxyde. Aussi, l'implantation complique, selon la Belgique, d'éventuelles opérations de sauvetage dans cette zone et bloque des routes maritimes historiques entre le Royaume-Uni et le port d'Ostende. La concertation post-débat public du projet est toujours en cours. L'enquête publique devrait avoir lieu en fin d'année 2023. Les quarante-six éoliennes, d'une capacité totale de 600 MW et situées en limite des eaux territoriales, doivent théoriquement voir le jour en 2027. ■

Nouveau contrat pour les Chantiers de l'Atlantique

En juin, l'énergéticien RWE a sélectionné Atlantique Offshore Energy, l'unité commerciale des Chantiers de l'Atlantique dédiée aux énergies marines située à Saint-Nazaire, pour la fabrication de sous-stations électriques. L'entreprise est chargée de concevoir, fabriquer et mettre en service les deux sous-stations du parc éolien en mer Nordseecluster A de RWE, qui sera construit en mer du Nord, en Allemagne. D'une puissance totale de 660 MW (435 MW et 225 MW), les deux stations seront installées en 2026. Elles collecteront, transformeront et injecteront sur le réseau électrique allemand l'électricité



RWE-CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE

produite par les éoliennes, tout en permettant le contrôle à distance du parc éolien en mer, via la station HVDC BorWin 6. C'est le contrat le plus important d'Atlantique Offshore

Energy, qui s'ajoute aux trois sous-stations déjà commandées représentant 2 GW d'électricité à connecter au réseau électrique européen. « Cette signature est une excellente nouvelle pour nos équipes et nous donne de la visibilité jusqu'à 2026. Nous continuerons les recrutements en cours

(près de 100 postes ouverts cette année) et renforcerons nos partenariats avec les acteurs locaux », indique Frédéric Grizaud, directeur d'Atlantique Offshore Energy. ■

Repowering en Centre-Val de Loire



BORALEX

Trois parcs éoliens ont été inaugurés en mai par Boralex à Louville-la-Chenard en Centre-Val de Loire. Les douze éoliennes des deux parcs de Remise de Reclainville et Evits et Josaphat avaient été mises en service en 2006. Leurs turbines ont été remplacées par douze nouveaux aérogénérateurs plus performants d'une puissance de 3 MW chacun. S'ajoute à cela l'extension du parc du Bois des fontaines avec sept nouvelles éoliennes, portant sa puissance à 53 MW. La triple installation produit annuellement plus de 138 GWh, ce qui correspond à la consommation annuelle d'environ 63 000 personnes et l'équivalent de 60 % des besoins en électricité des villes de Chartres ou d'Orléans. Ce renouvellement des parcs et l'extension du troisième permettent au village et à la communauté de communes de recevoir des fonds de l'imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux (l'Ifer). ■

Des services sur mesure

- Service et maintenance
- Prestations de Services
- Traitement anti-corrosion et étanchéité
- Réparation up-tower
- Surveillance

GREPINET Pierre-Emmanuel, Sales manager
pierre-emmanuel.grepinet@connectedwind.com 0673 569 012
 3 Impasse Boirac - 21000 Dijon
www.connectedwind.com



Tourbillon de recherches autour des éoliennes

La meilleure connaissance du vent reste un enjeu majeur pour l'éolien. Estimation précise de la ressource, anticipation du vent et des rafales, prise en compte de l'effet de sillage, pilotage collectif des parcs, prise en compte des interférences entre fermes... Les chercheurs ont encore devant eux de vastes champs à explorer.

PAR ÉVA THIÉBAUD

Augmenter et lisser la production des éoliennes. Des enjeux de taille tandis que l'invasion de l'Ukraine par la Russie raréfie la ressource énergétique en Europe. Pour exploiter au mieux la précieuse ressource éolienne, l'étude du vent et de ses comportements demeure la préoccupation des acteurs de l'éolien, d'un bout à l'autre du développement d'un parc. Ainsi, dès le moment de la conception d'un projet, la bonne estimation de la ressource est essentielle. « *L'amélioration de la connaissance du vent intéresse fortement les développeurs* », explique Alexandre Sauvage, ancien fondateur de l'expert français du lidar (*light detection and ranging*) Leosphere, aujourd'hui en charge des segments météo et environnement chez Vaisala, une entreprise finlandaise spécialisée dans la mesure ayant racheté Leosphere en 2018. « *Limiter l'incertitude leur permet de lever plus facilement l'argent nécessaire à leurs projets.* » La technologie du

lidar, qui envoie un laser et permet notamment de mesurer des vitesses en analysant les propriétés du faisceau de lumière réfléchi, a en effet trouvé une application éolienne. Pour la mesure du vent dans des parcs terrestres, le lidar se présente sous forme d'une boîte d'un mètre cube et de 45 kg, qui émet un rayon vertical. Selon Alexandre Sauvage, son coût s'échelonne entre 50 000 et 100 000 euros. « *Aujourd'hui, en phase amont, le taux de pénétration des lidars par rapport aux mâts de mesure pour l'évaluation du gisement est de l'ordre de 20 %* », explique le dirigeant. En offshore côtier, c'est l'association de deux

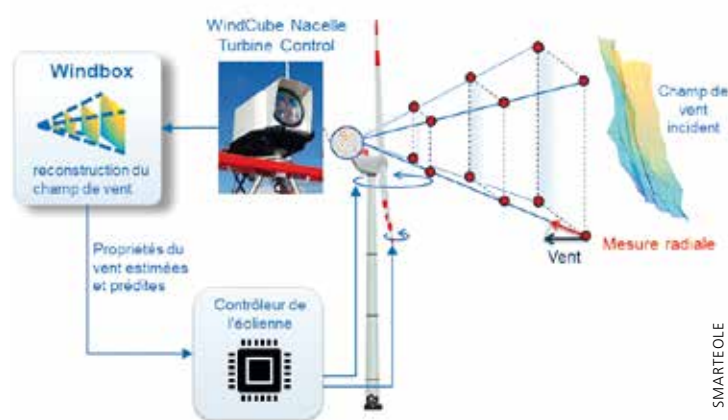
Le lidar WindCube Scan de Vaisala fournit une évaluation de la ressource éolienne et une analyse de l'effet de sillage en 3D, avec des portées de mesure de vent de 8 à 10 km, selon les modèles.

lidars scannant à très longue portée qui permettra de reconstituer les caractéristiques du vent en mer. « *La pratique se développe, assure Alexandre Sauvage. Notamment parce que les mâts en mer sont très chers* ». En haute mer, il reste possible de placer un lidar vertical sur une bouée. C'est ainsi que la société nantaise Akrocean a remporté en 2020 un contrat avec Météo France pour réaliser des campagnes de mesures dans le cadre des études de dérisquage des appels d'offres éolien offshore à venir.

Le projet de recherche SmartEole (schéma ci-contre et photo), mené de 2015 à 2019, a conduit au développement d'un algorithme de contrôle de l'éolienne, connecté au lidar. Mis au point en 2022 par l'Ifpen et Vaisala, le logiciel WindBox reconstruit en 3D le champ de vent.

LES TURBINES INTELLIGENTES

Ces faisceaux lumineux commencent aussi à être utilisés par les turbineurs, afin de prévoir le vent qui va arriver sur l'éolienne – remplaçant les traditionnels anémomètres et girouettes, qui ne mesurent le vent qu'au moment où celui-ci atteint la turbine. Placé sur la nacelle, le lidar envoie son rayon horizontalement devant la machine, mesurant le vent en amont et lui permettant d'adapter l'orientation de son rotor et l'angle d'attaque de ses pales. Alexandre Sauvage estime le prix de ces outils de mesure entre 25 000 et 30 000 euros – un équipement d'autant plus stratégique que l'éolienne gagne en taille et donc en coût, et en puissance. « *On considère que la production annuelle peut être augmentée de 1 %* », précise le responsable. En outre, les lidars permettent d'anticiper les rafales, qui mettent le matériel à rude



SMARTEOL



IFPEN



épreuve. Des bénéfices sont donc aussi attendus sur la durée de vie. Aujourd'hui, seul le turbinier chinois Goldwind propose d'embarquer des lidars sur les nacelles de ses turbines. « *Les États-Unis et l'Europe en sont au stade du développement avancé* », note Fabrice Guillemin, chef de projet contrôle des turbines à l'IFP Énergies nouvelles (Ifpen). Entre 2015 et 2019, l'institut a travaillé sur le développement de « rotors intelligents » au sein du projet SmartEole porté par l'Agence nationale de la recherche. En attendant que le premier matériel neuf voie le jour, l'Ifpen réfléchit à l'étape d'après, la question du rétrofit. « *Il s'agit d'une modification lourde sur l'éolienne dont l'intérêt dépendra du prix du lidar* », considère le chercheur.

Les rafales de vent ne sont pas les seules à dégrader les performances des turbines. Les éoliennes s'influencent aussi entre elles, en particulier via « l'effet de sillage » (*wake effect*). « *Cet effet devient d'actualité parce que le foisonnement éolien pousse à optimiser la ressource foncière et à placer autant d'éoliennes que possible sur une parcelle donnée. Or, les éoliennes amont créent des turbulences qui impactent les éoliennes aval et engendrent une perte de productible* », explique Bruno Claessens, chef de projet éolien chez le producteur d'énergie renouvelable belge Elicio. Selon la vitesse du vent, les effets de sillage provoquent des pertes que le chef de projet estime à environ 10 % et qui peuvent

L'avenir est à la prévision des vents en amont des parcs pour gérer collectivement les éoliennes.

monter jusqu'à 25 % dans des parcs mal configurés. Pour les éviter, les concepteurs disposent de règles de dimensionnement, mais aussi de logiciels, comme ceux de MétéoDyn, qui les aident à placer les éoliennes de façon optimisée.

UN CHEF D'ORCHESTRE POUR LES PARCS

Mais comment faire pour améliorer le fonctionnement de parcs existants ? Pour réduire les effets de sillage, il est possible de décaler des rotors pour désaligner les éoliennes amont, selon le principe du « *wake steering* » découvert à la fin des années 2010. Une étude publiée par l'université Stanford en 2019 a ainsi montré que, sur un parc éolien situé en Alberta, au Canada, la puissance globale de la ferme augmentait jusqu'à 47 % dans des vents faibles et de 7 à 13 % dans des vents moyens, en fonction de l'angle de désalignement¹. Des gains considérables. Étonnamment, le désaxage des rotors aurait d'ailleurs aussi une légère influence positive sur l'acoustique des éoliennes concernées, selon une

étude récente du laboratoire américain National Renewable Energy (NREL)².

Pour bénéficier pleinement du “wake steering”, des logiciels de pilotage pourraient être utilisés pour gérer l’ensemble du parc de façon collective – alors que généralement, chaque turbine est pilotée individuellement via sa girouette ou son lidar. L’Ifpen a ainsi développé Farmshadow « *qui, en lien avec la solution WiSE-Farm, permet en phase opérationnelle un pilotage collectif de parc afin d’obtenir le meilleur rendement global* », explique Fabrice Guillemin, ajoutant que d’autres laboratoires, à l’image du NREL développent aussi des outils de ce type. Étape suivante : placer des lidars qui mesureront le vent en amont de parcs pilotés collectivement. « *C’est l’avenir*, confirme Alexandre Sauvage. *La capacité de prédiction réduit l’incertitude. Elle permet notamment d’anticiper le comportement du parc* » et donc selon lui, *in fine*, de réduire la variabilité de la production.

Enfin, si les éoliennes s’influencent entre elles au sein d’un même parc, des parcs éoliens trop rapprochés peuvent aussi avoir un effet les uns sur les autres. « *Ce qui entraîne des pertes de productible*, explique Bruno Claessens. *Idéalement, les deux développeurs signent une convention avec une rémunération de compensation pour celui qui est impacté. Mais dans ce secteur très concurrentiel, les négociations sont ardues et il y a presque toujours du contentieux* », poursuit le chef de projet. « *Aujourd’hui, tout le monde se rend compte que c’est un vrai problème. Pour nous, la modélisation des interférences entre fermes constitue donc un axe de travail* », reprend Fabrice Guillemin, de l’Ifpen. Outre l’effet de sillage, il faudra peut-être aussi prendre en compte “l’effet de blocage” (*blockage effect*), un effet de décélération du vent en amont des éoliennes, ou des parcs, dont les effets sont encore mal connus et sur lequel planche notamment l’organisation britannique Carbon Trust à travers son projet Global Blockage Effect in Offshore Wind (OWA GloBE). Les éoliennes ont de beaux jours d’amélioration devant elles. ■

1. « *Steering wind power in a new direction: Stanford study shows how to improve production at wind farms* », Stanford News Service, 1^{er} juillet 2019.

2. « *New data sound good for wind energy* », NREL, 7 septembre 2021.

VOTRE
EXPERT EN
BALISAGE
AÉRIEN

obsta
op2p9



obsta
LINK

Contrôle à distance
de votre parc de balisage



INTERNET



SITE WEB OBSTA



www.obsta.com



Le recyclage de la résine époxy

Vestas, en collaboration avec l'université d'Aarhus, l'Institut technologique danois et le fabricant de résine Olin, a développé un procédé chimique permettant de recycler toutes les pales d'éolienne à base de résine époxy. Cette dernière, une fois séparée, pourra être réutilisée, par exemple pour fabriquer de nouvelles pales. PAR ARNAUD WYART

Cette nouvelle technologie, conçue par le fabricant d'éoliennes danois Vestas, est née dans le cadre de l'initiative Cetec (Circular Economy for Thermosets Epoxy Composites), qui rassemble des industriels et des chercheurs autour du recyclage des pales d'éolienne. À l'origine, l'ambition de Cetec était de développer une résine pouvant être recyclée, une fois un parc éolien arrivé en fin de vie. Toutefois, les tests en laboratoire ont permis de mettre au point un procédé de recyclage chimique à température ambiante, utilisable sur les pales en résine époxy existantes. Celui-ci offre la possibilité de séparer la résine et les différents composants (fibre, bois, mousse plastique, inserts métalliques), dans le but de les réutiliser en l'état ou de les recycler. « La résine revient à un état moléculaire, ce qui efface les effets de fatigue accumulés pendant la vie de l'éolienne. À partir de ces molécules, une résine peut être produite et afficher des propriétés

identiques à celles d'une résine vierge », explique Marcouf Collin, ingénieur ventes chez Vestas France. Avantage : les produits chimiques utilisés, dont la nature est confidentielle, ne poseraient aucun problème d'approvisionnement. Le procédé n'ayant pas besoin de hautes températures est aussi peu gourmand en énergie, ce qui permet de limiter les coûts. Selon l'entreprise danoise, il s'agit d'une avancée majeure, d'autant que la solution serait applicable à l'ensemble des pales en résine époxy, c'est-à-dire une majorité du parc éolien mondial installé ou en cours de déploiement. « Pour recycler les matériaux composites, il n'existait pas de solution à la fois peu coûteuse, peu énergivore et permettant de conserver les propriétés des matériaux », assure Marcouf Collin.

COMMERCIALISATION À L'HORIZON 2026

La solution se trouve actuellement en phase de R&D et la prochaine étape consistera à mettre en œuvre un démonstrateur industriel pendant une période de deux ans. Celui-ci sera construit et installé prochainement en Europe, en partenariat avec des acteurs tels que Stena Recycling, un spécialiste des chaînes de valeur de recyclage et le fabricant de résine époxy Olin. « Ce pilote nous permettra d'éprouver la solution à l'échelle industrielle, ainsi que le modèle économique qui doit encore être affiné », indique Marcouf Collin. « À l'issue des deux ans, l'idée est de répliquer ce schéma en Europe. » Vestas pourra alors définir une offre économiquement viable et compétitive, mais l'industrialisation de la solution va

Moule de pale destiné à l'éolienne V236 de 15 MW de Vestas, de l'usine de Næskov, au Danemark.

prendre un certain temps. Il sera par exemple nécessaire, d'un point de vue économique et environnemental, d'installer les usines de recyclage suffisamment près des parcs éoliens à démanteler.

De leur côté, les exploitants de parcs et les développeurs seraient très enthousiastes, d'autant que les réglementations en lien avec le recyclage des éoliennes pourraient devenir plus contraignantes à terme. Une première offre devrait d'ailleurs être proposée aux exploitants de parcs en fin de vie, situés dans des zones stratégiques que sont l'Europe et les États-Unis. Dans un second temps, Vestas pourrait commercialiser sa nouvelle résine recyclée aux développeurs éoliens, voire aux industriels qui utilisent des matériaux composites à base d'époxy, notamment dans l'aéronautique et la construction. ■

Des pales bientôt recyclables à 100 %

Une pale d'éolienne conventionnelle contient entre 30 et 40 % de résine époxy et environ 50 % de fibres (verre ou carbone). Le reste concerne d'autres matériaux facilement valorisables, tels que le bois et des inserts métalliques. En permettant de séparer les différents éléments, Vestas répondrait donc à la principale problématique du recyclage des anciennes générations de pales. L'entreprise espère ainsi prouver que l'éolien peut devenir une industrie circulaire. Quant aux nouvelles générations de pales, elles ne seront vraisemblablement plus fabriquées avec des résines thermodurcissables comme la résine époxy, mais avec des résines thermoplastiques comme celle mise au point par le groupe chimique Arkema. Ces dernières fondent quand elles sont chauffées, ce qui permet de les récupérer, ainsi que tous les composants de la pale.

La résine recyclée pourrait entrer dans la composition des nouvelles pales, ou servir à l'industrie d'autres composites.





Zones d'accélération : une nouvelle usine à gaz ?

Instaurées par la loi du 10 mars 2023, les zones d'accélération des énergies renouvelables vont-elles vraiment stimuler les procédures d'autorisation des parcs éoliens terrestres ? Il faudrait d'abord qu'elles voient rapidement le jour. Un nouveau micmac bureaucratique est en cours. PAR CAROLE RAP



À l'instar de ce funambule, intervenu lors de l'inauguration du parc de Grande Lande en Mayenne (BayWa r.e. et Quénéa), l'État se livre à un numéro d'équilibriste avec la mise en place des zones d'accélération.

aussi un certain nombre d'allers-retours entre différentes instances.

Première étape, la définition des potentiels d'implantation des énergies renouvelables par l'État et les gestionnaires des réseaux publics d'électricité et de gaz. À compter du 10 mars 2023, ceux-ci ont deux mois pour apporter ces informations aux collectivités locales, dont les communes. Seconde étape, l'identification des zones d'accélération par les communes avec consultation du public et délibération du conseil municipal. Elles ont six mois pour transmettre les zones identifiées au référent préfectoral (un sous-préfet du département désigné par le préfet). Troisième étape, celle du comité régional de l'énergie¹, qui a trois mois pour donner son avis sur cette cartographie. S'il valide les zones présentées, les communes doivent à nouveau délibérer pour celles situées sur leur territoire. Cette fois, il s'agit d'un avis conforme donc impératif, ce dont « se félicite » l'Association des petites villes de France (APVF). En théorie, le référent préfectoral pourra alors arrêter la cartographie à l'échelle de chaque département, au mieux au printemps 2024. Mais le parcours est semé d'embûches.

LA CHARRUE AVANT LES BŒUFS

« Le moment le plus délicat, c'est l'arbitrage des comités régionaux de l'énergie », analyse Florian Ferjoux, avocat du cabinet Gossement Avocats. Il leur est demandé de vérifier que « les zones d'accélération identifiées au niveau régional sont suffisantes pour l'atteinte des objectifs régionaux. »

Or, les objectifs régionaux dépendent de plusieurs

textes à venir, dont la loi de programmation sur l'énergie et le climat (LPEC), qui doit fixer les objectifs de la politique énergétique nationale, et la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Pour rappel, la PPE 3 portant sur la période 2024-2033 devra être adoptée par décret dans les douze mois suivant l'adoption de la LPEC, donc en principe d'ici juillet 2024.

Mais si les zones sont jugées insuffisantes par rapport aux objectifs régionaux, un nouvel aller-retour s'impose. Les communes auront alors trois mois pour en trouver d'autres. « Après réception des zones d'accélération complémentaires identifiées par les communes, le comité régional de l'énergie devra à nouveau statuer dans un délai de trois mois, puis les référents préfectoraux auront deux mois pour arrêter la cartographie, là encore, après avoir recueilli l'avis conforme des communes concernées. Tous ces délais, sans sanction en cas de non-respect, restent un pari », estime Florian Ferjoux.

Et tout cela pour obtenir quoi ? « Une fois que les zones sont validées, de petites mesures d'accélération y sont associées. La phase d'examen pour les

La plupart des professionnels de l'éolien estiment que les fameuses zones d'accélération... n'accéléreront pas grand-chose. Certains craignent même qu'elles ralentissent les projets. « Côté développeurs, les zones d'accélération ne nous font pas rêver. On ne sait pas comment elles seront définies ni quand. Cela va freiner la dynamique », résume François Daumard, président de Valeco. La loi du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables prévoit que ces zones tiennent compte des potentiels des territoires et des puissances renouvelables déjà installées, et soient définies pour chaque catégorie de sources renouvelables. Mais elle impose

projets soumis à autorisation environnementale, ce qui est le cas de l'éolien, serait portée à trois mois au lieu de quatre. À la clôture de l'enquête publique, le délai de transmission du dossier du commissaire enquêteur au maire serait de quinze jours au lieu d'un mois. Sur un an et demi d'instruction minimum, gagner un mois et demi ne constitue pas un bouleversement des délais », analyse Florian Ferjoux. « En Nouvelle-Aquitaine, les délais d'instruction atteignent 33 mois. Je ne vois pas l'avantage d'aller dans une zone d'accélération pour gagner un mois et demi alors que les services instructeurs, manquant de moyens humains, ne respectent déjà pas les délais actuels. Quand une commune nous soutient, c'est déjà une accélération », souligne Baptiste Wambre, responsable développement de la société Eolise. Autre avantage potentiel, « dans un appel d'offres, celui qui soumettra un projet en zone d'accélération pourra avoir des points en plus, mais ce ne sera pas automatique », indique Béranger Jacquinet, avocat du cabinet d'avocats Charrel. Une modulation du tarif de rachat est également envisagée par la loi pour les installations dont les conditions d'implantation en zones d'accélération seraient moins favorables que la moyenne dans la zone du projet.

L'élaboration des zones d'accélération pourrait prendre deux à cinq ans, si ces dernières voient vraiment le jour.



LE HORS-PISTE SANCTIONNÉ

Si les carottes proposées ne font pas rêver les développeurs, la loi a prévu quelques bâtons. Pour des installations en dehors desdites zones et au-delà d'une certaine puissance, ils se voient imposer une nouvelle contrainte : organiser un comité de projet à leurs frais. Celui-ci inclura notamment les communes et les représentants des communes limitrophes. « On ne sait pas qui le composera, ni à quoi il servira. Cela pourrait ressembler à de la concertation préalable². Un décret va en préciser les modalités », note Florian Ferjoux. Autre difficulté potentielle pour les développeurs, la possibilité pour les communes de créer des zones d'exclusion, mais une fois seulement qu'elles auront établi

des zones d'accélération. Initialement, les sénateurs demandaient un droit de veto des maires pour tout projet d'énergies renouvelables sur leur commune, ce qui aurait desservi la filière. C'est en partie grâce au dispositif des zones d'exclusion que le droit de veto a été retiré du projet de loi. Sachant qu'elles restent conditionnées aux zones d'accélération. « Tout cela est beaucoup trop compliqué. Il faut deux ans de procédure, mais je pense que ça va prendre cinq ans. Il y a même de fortes probabilités que cela n'aboutisse jamais », estime Baptiste Wambre. « Est-ce que tous les maires vont répondre dans les délais, ou y aura-t-il une forme de résistance politique à ne pas vouloir définir des

Quelle articulation avec la directive européenne ?

Le 30 mars 2023, les négociateurs du Conseil européen et du Parlement européen sont parvenus à un accord provisoire concernant la révision de la directive sur les énergies renouvelables (RED 3). Celui-ci prévoit la mise en place, par les États membres, de « zones d'accélération des énergies renouvelables, où les projets en faveur des énergies renouvelables feront l'objet d'une procédure d'octroi de permis simplifiée et rapide », indique le Conseil de l'Union européenne. Cette proposition de révision devra être approuvée par le Parlement européen avant de remplacer la directive actuelle (en vigueur depuis décembre 2018). « La directive européenne n'aura pas d'effet direct en droit français. Un citoyen ne pourra donc s'en prévaloir que si la directive n'est pas transposée dans les délais par les États membres. Ces délais dépendent des articles visés. Mais le législateur français va-t-il se ressaisir des points concernant les zones d'accélération ? », s'interroge l'avocat Béranger

Jacquinet. Pourtant, la loi française serait bien en deçà de ce que prévoit la révision de la directive. Selon Béranger Jacquinet, le document, dans sa version proposée par la Commission et annotée par le Parlement (donc avant l'accord provisoire), prévoyait que l'évaluation environnementale devait se faire « au stade de la création des zones d'accélération, ce qui permettrait aux projets qui y seraient situés, d'être dispensés de cette évaluation ». Le texte prévoyait aussi « de limiter les phases d'instruction des projets dans les zones d'accélération, à douze mois selon la Commission, ou à neuf mois selon le Parlement », poursuit l'avocat. Autant de points qui, s'ils sont repris par la nouvelle directive, ne figurent pas dans la loi française du 10 mars 2023. « Le texte européen est très ambitieux, le texte français l'est beaucoup moins. Si le législateur ne transpose pas la future directive, les porteurs de projet pourront s'en emparer », conclut Béranger Jacquinet.



DEPOSITPHOTOS

zones ? », s'interroge Gustave Richard, conseiller en charge des questions relatives à l'énergie pour l'APVF. En attendant, et même après leur définition, il restera toujours possible de développer des projets d'énergies renouvelables en dehors de ces zones. Mais à quel prix ? ■

1. La composition du comité régional de l'énergie a été établie par le décret du 27 janvier 2023 : 45 membres maximum, dont le préfet de région, le président du conseil régional, des représentants de la région, des départements, des communes, des EPCI, d'entreprises et d'organisations actives dans le domaine de l'énergie et du climat.
2. La concertation préalable associe le public, par exemple lorsque le projet est assujéti à une évaluation environnementale, sans relever de la Commission nationale du débat public.



Le prestataire indépendant de services O&M multi-marques.

En mars 2023, Full Circle a acquis Net-Wind, l'acteur global des services à l'éolien fort de 12 ans d'expérience.



Scannez ici pour en savoir plus.



L'État doit continuer de sécuriser la filière

Application de la loi d'accélération des renouvelables, instruction ministérielle aux préfets, loi de programmation sur l'énergie et le climat, programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), déstabilisation des conditions économiques des projets éoliens : l'année 2023 promet d'être décisive pour France Renouvelables (ex-FEE). Le point avec son délégué général, Michel Gioria. PROPOS RECUEILLIS PAR PATRICK PIRO

Les décrets de la loi d'accélération sont encore en cours de rédaction. Êtes-vous confiant ?

Michel Gioria : Nous sommes attentifs à tous les sujets, qu'ils concernent l'éolien terrestre ou maritime – la raison impérative d'intérêt public majeur (RIIPM), le raccordement des projets, la création d'un fonds de garantie pour couvrir les risques sur les coûts échoués, la modulation tarifaire selon les zones de vent. Et puis l'immense chantier de la planification : il faudra tenir les délais, notamment pour l'éolien maritime, la définition des zones d'accélération (lire p. 14) ainsi que leur répartition sur le territoire, la capacité à donner une visibilité à l'échelle de la décennie pour les industriels. Nous avons 18 mois pour caler tout cela, et notamment réussir la mobilisation des élus locaux, désormais coresponsables de cette planification pour le terrestre. Nous sommes plutôt satisfaits de la méthode employée par l'administration, qui échange beaucoup avec les professionnels pour la mise au point des décrets.

L'instruction ministérielle de septembre 2022, qui devait faciliter le déblocage d'environ 10 GW de projets éoliens et photovoltaïques, semble tarder à produire ses effets...

M. G. : L'État doit très rapidement proposer un tableau de bord pour suivre les projets. Néanmoins, l'instruction et l'allant de la

« Sous les conditions économiques actuelles, les projets lauréats des anciens appels d'offres ne sont pas viables. Nous attendons une solution pour leur permettre de voir le jour. »

ministre Agnès Pannier-Runacher ont remis les choses en mouvement : un certain ralentissement s'était installé dans le traitement des projets ces dernières années. Ce n'est pas le « grand soir », mais nos adhérents témoignent d'une fluidification. Dans certains départements comme le Nord, la Corrèze, la Creuse ou la Seine-Maritime, la préfecture n'impose plus le passage des projets devant la commission

départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS), les services rationalisent les demandes de compléments d'information auprès des porteurs de projet... C'est fondamental, car la sécurisation des approvisionnements électriques du pays, pour les deux hivers prochains, ne pourra être obtenue qu'en facilitant les projets renouvelables déjà déposés.

La crise énergétique a accru la nécessité de la loi de programmation. Comment s'élabore-t-elle ?

M. G. : Nous avons d'abord attendu les conclusions de la nécessaire remise à plat, par RTE, des trajectoires énergétiques à 2030-2035. Elles ont été impactées par la guerre en Ukraine, les difficultés du nucléaire français, mais aussi le nouvel objectif très ambitieux de l'Union européenne, dont la directive RED 3 impose 42,5 % de contribution énergétique des renouvelables en 2030. Notre travail consiste à éclairer les objectifs attendus pour l'éolien dans la prochaine PPE, à 2028 puis au-delà : quels

moyens humains et budgétaires ? Quelle planification industrielle ? Nous ne sommes pas les seuls à vouloir plus d'éolien, c'est le cas dans l'Union européenne, en Asie, aux États-Unis, etc. Il faudra sécuriser les chaînes d'approvisionnement, se prémunir des retards, de l'inflation, etc. La loi doit être solide sur ces sujets. Et il incombera aux parties de se mettre en

ordre sur les objectifs nationaux, en sortant notamment de l'épuisante querelle « nucléaire contre renouvelables », qui coûte très cher à l'éolien terrestre, dont nous avons impérativement besoin.

J'ai le sentiment que toutes les parties sont désormais bien informées des invariants industriels : on a beau tourner l'équation dans tous les sens, aucun des EPR2 souhaités ne saurait sortir de terre avant une quinzaine d'années. Design, montage financier, autorisations, structuration industrielle... Aujourd'hui, dire « pas de renouvelables » équivaut à dire « pas de transition énergétique ».

Quelles mesures attendez-vous du gouvernement pour sécuriser les conditions économiques de l'éolien terrestre ?

M. G. : La déstabilisation est d'ampleur. En 18 mois, les taux d'intérêt sont passés de 1 % à 4 %. Sur un projet éolien, cela signifie un renchérissement moyen de 8 à 10 euros le mégawatt-heure. Ensuite, la hausse du coût des matières premières : en deux ans et demi, c'est entre 30 % et 40 % d'augmentation sur le prix d'une éolienne ! L'électricité sous-tirée pour faire fonctionner ses organes : 2 à 3 euros de plus par mégawatt-heure. Puis la facture des agrégateurs d'énergie, etc. Et les soubresauts du marché sont de plus en plus fréquents. Aussi, nous attendons de l'État régulateur qu'il continue d'agir comme il l'a fait en 2022. Il a autorisé les exploitants sous régime de complément de rémunération à vendre temporairement sur le marché, où les prix sont élevés. Il doit poursuivre l'ajustement du plafond des appels d'offres. À 71 €/MWh, plafond de la mi-2022, aucun projet ne passerait aujourd'hui. Les derniers lauréats sont sortis à 82 €/MWh, contre 60 €/MWh il y a deux ans. Le gouvernement a également introduit le coefficient « K » d'indexation, qui permet d'ajuster a posteriori certains paramètres des appels d'offres – prix des matières premières, taux d'intérêt, etc. – en fonction de l'évolution des conditions de marché depuis la désignation des lauréats.

Pour 2023, nous souhaitons la mise en place d'outils de détection des signaux du marché et de traitement de leurs effets. Nous attendons également une réponse satisfaisante pour les quelque 1,6 GW de projets lauréats d'appels d'offres il y a deux à quatre ans, quand les prix étaient très bas : aujourd'hui, à l'heure de les concrétiser, les conditions économiques les rendent non viables. Pour les financer, deux propositions : rendre le coefficient K rétroactif – mais ça ne plaît pas à l'Union européenne. Ou bien autoriser les lauréats à candidater à nouveau sur les appels d'offres à venir. Une solution que nous voyons promise à un bel avenir : c'est la plus immédiate et la plus efficace ! ■





Quelle planification pour l'éolien en mer ?

Pour atteindre les 40 GW de puissance installée d'ici 2050, l'État se lance dans l'élaboration de cartographies spécifiques sur les zones de développement éolien en mer par façade maritime. Le calendrier est serré. Explications. PAR CLAIRE BAUDIFFIER



Suite à la loi d'accélération des énergies renouvelables, les zones d'accueil par façade maritime des parcs en mer sont en cours de définition.

Cinquante parcs éoliens offshore. 40 GW de puissance totale installée d'ici 2050. Ce sont les chiffres annoncés par le gouvernement concernant l'offshore. Plutôt ambitieux, quand on sait qu'aujourd'hui, un seul parc éolien est en service, à Saint-Nazaire. Sa capacité est de 480 MW et sa production annuelle est estimée à environ 1 735 GWh, à savoir l'équivalent de 20 % de la consommation électrique du département de Loire-Atlantique. Pour atteindre les objectifs de l'État, il va donc falloir en passer par une planification précise, alors que le développement des parcs offshore s'est fait jusqu'ici au coup par coup, appel d'offres après appel d'offres. *« En fait, cela fonctionnait déjà via une planification spatiale maritime. Les documents stratégiques de façade (DSF) indiquaient des zones à vocation au sein desquelles il était possible de chercher un espace pour lancer des appels d'offres. Pour ce faire, il fallait au préalable saisir la Commission nationale du débat public (CNDP), qui elle-même lançait un débat public. C'étaient les dispositions de la loi Essoc [loi pour un État au service d'une société de confiance] de 2018 »,* détaille Matthieu Monnier, délégué général adjoint chargé de l'offshore, des territoires et des expertises de France Renouvelables (ex-FEE).

Ce qui change avec la loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables, votée début février, c'est que des cartographies spécifiques vont être éditées pour les zones de développement éolien en mer. *« Concrètement, le processus a commencé par la révision de la stratégie nationale pour la mer et le littoral (SNML), un schéma intégrateur sur l'ensemble des usages en mer. Cette SNML 2 doit être adoptée cet automne. Les DSF vont ensuite décliner cette stratégie de manière programmatique et par façade maritime d'ici à 2024. Ils définiront aussi des zones prioritaires pour les*

parcs offshore et leurs raccordements à horizon 2050 qui pourront être précisées et revues lors de révisions décennales », explique Jérémie Simon, délégué général adjoint au Syndicat des énergies renouvelables (SER). *« Ces zones seront définies de manière à atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables mentionnés dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Seront ciblées en priorité des zones prioritaires situées dans la zone économique exclusive et en dehors des parcs nationaux ayant une partie maritime »,* nous indique le ministère de la Transition énergétique dans une réponse par courrier électronique.

DES CARTOGRAPHIES EN 2024

L'idée est aussi que les cartographies des DSF émanent des débats publics qui sont organisés au second semestre 2023. Il y a quatre débats, à savoir

un par DSF, donc par façade maritime : Manche Est mer du Nord, Nord Atlantique Manche ouest, Sud Atlantique et Méditerranée). Dans un peu plus d'un an, mi-2024, les zones pour l'éolien en mer seront donc, si le calendrier est respecté, identifiées. Le deuxième semestre 2024 verra ainsi la finalisation et la publication des cartographies, et faudra ensuite que les DSF soient approuvés par les autorités. Ce calendrier n'est pas bloquant pour les capacités déjà identifiées par l'État.

Il serait par exemple possible qu'un appel d'offres éolien en mer soit lancé cette année sur la base des débats publics et des zones à vocation déjà connues et en vigueur actuellement. « *Pour que cette planification fonctionne, il faudra, selon nous, que le calendrier serré soit respecté et qu'il n'y ait pas de trous d'air à la fin de la démarche. Les appels d'offres devront être lancés directement pour ne pas s'éloigner de l'objectif des 40 GW. Il est capital que ce soit considéré comme une priorité politique. Cela semble être le cas pour le moment* », souligne Jérémie Simon, plutôt confiant. Rappelons que l'État s'est engagé à viser un volume minimal d'appels d'offres de 2 GW par an dès 2025.

« *Si les DSF sont révisables tous les six ans et la PPE tous les cinq ans, les nouvelles cartographies, elles, seront valables pour une période de dix ans* », précise Matthieu Monnier. Pour France Renouvelables, il est primordial d'avoir un cadrage gouvernemental en amont des débats publics et des conseils maritimes de façade qui vont déboucher sur les cartographies. « *Il est essentiel que le maître d'ouvrage, l'État donc, fournisse en amont des informations et des hypothèses techniques, avec par exemple la répartition des capacités par façade* », estime Matthieu Monnier. Vincent Guénard, coordinateur du pôle éolien et énergies marines à l'Ademe – agence participant aux débats publics et aux ateliers autour de la PPE – nuance un peu : « *Il ne faut pas que les participants pensent que les projets sont faits en amont, que le débat ne sert à rien et qu'ils n'ont pas le choix. C'est une critique qui a été entendue lors des débats publics précédents. L'État doit apporter de la matière, mais aussi faire en sorte de tendre le micro à toutes les parties prenantes [acteurs économiques comme la pêche et la conchyliculture, ONG environnementales et collectivités, ndlr]. Précisons tout de même que l'idée n'est pas non plus de sanctuariser des zones pour l'éolien, il sera important que d'autres activités puissent (re) prendre leur place.* »

Pour atteindre les 40 GW en 2050, la puissance des parcs devra aussi se situer entre 1 et 2 GW par projet.

DES EFFECTIFS CÔTÉ ÉTAT

L'une des conditions de la réussite de cette planification, selon les syndicats de la filière, est conditionnée aux ressources humaines qui seront allouées à la question au niveau de l'État. « *Les effectifs de l'administration centrale chargés de l'éolien en mer aujourd'hui sont insuffisants au regard de toutes les missions à mener. La Direction générale de l'énergie et du climat compte ainsi une quinzaine de personnes s'occupant de l'éolien en mer. Nous recommandons de passer à une quarantaine d'équivalents temps plein au titre notamment de la contribution à la planification (travail sur les marchés publics et les appels d'offres)* », indique Matthieu Monnier. « *L'exercice de planification de l'éolien en mer requiert en effet une augmentation des ressources dédiées, au niveau central ou dans les services déconcentrés de l'État. Le projet de loi de finances 2023 a prévu la création de plusieurs postes dédiés à la planification* », ajoute le ministère, sans précision chiffrée.



TIM FOX / PARC ÉOLIEN EN MER DE SAINT-NAZAIRE



Pour respecter les objectifs de 40 GW, les nouveaux parcs devront aussi dépasser les 500 MW, et ainsi atteindre des puissances installées autour de 1 à 2 GW. « L'unité de mesure a déjà changé dans la PPE en cours 2019-2023, avec des parcs de 1 GW ou plus, comme ceux de nos voisins européens, pour les appels d'offres de Normandie (AO4 et AO8) et celui de Sud-Atlantique (AO7) », rappelle Matthieu Monnier. « Les projets flottants, en Bretagne sud (AO5) et en Méditerranée (AO6), ont eue des puissances plus restreintes, de 250 MW par parc, en raison de la plus faible maturité de la technologie. Il est cependant probable que l'on assiste à une convergence des coûts et des tailles de projet avec l'éolien posé

dans la décennie à venir », souligne le ministère de la Transition énergétique. Car cette planification, spatiale et calendaire, est aussi un pari sur le flottant. « Depuis 2015, la France s'est positionnée en pionnière du développement de la filière pour faire mûrir cette technologie indispensable à l'atteinte des objectifs, notamment via le soutien à des démonstrateurs et des projets pilotes. Fin 2024, trois des huit premières fermes éoliennes flottantes au monde seront françaises. Elles vont permettre de valider les technologies utilisées (fiabilité des composants, stabilité des équipements) à taille réelle et d'améliorer les connaissances sur les impacts », conclut le ministère. ■

Travaux de génie civil sur la plage de La Courance à Saint-Nazaire, menés en 2020 par RTE pour préparer le raccordement au réseau du parc en mer.



VALÉRY JONGHERAY RTE

Hydrogène offshore : aux prémices de l'industrialisation

Indispensable à la transition énergétique, l'hydrogène vert devrait être en partie produit par des parcs éoliens en mer. Les projets émergent en Europe mais affrontent plusieurs défis techniques. PAR ÉVA THIÉBAUD

Le 23 septembre 2022, la jeune entreprise nantaise de production et de fourniture d'hydrogène Lhyfe a lancé un site pilote de production, Sealhyfe. Fourni par Plug Power, l'électrolyseur d'une puissance de 1 MW est installé sur une plateforme houlomotrice développée par Geps Techno. Après une phase de tests de six mois dans le port de Saint-Nazaire, la plateforme partira pour un an à 20 km des côtes, sur la zone d'essais du Sem-Rev opéré par Centrale Nantes. Elle y sera raccordée à l'éolienne flottante pilote Floatgen. Produire de l'hydrogène à partir d'éolien offshore... Mais pourquoi donc ? « *L'éolien en mer est intéressant parce que les vents y sont plus importants que sur terre, ce qui augmente donc le potentiel électrique. En outre, les problèmes d'acceptation sociale sont moindres que pour les parcs onshore – encore qu'il puisse y avoir des conflits d'usage sur les questions de pêche et de biodiversité*, explique la chercheuse en climat et énergie à l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri) Ines Bouacida. *Par ailleurs, chaque kilogramme d'hydrogène demande au moins neuf kilos d'eau pour l'électrolyse : or en mer, il est possible de désaliniser directement l'eau* », remarque-t-elle, ajoutant que l'énergie réclamée par la désalinisation n'est pas rédhibitoire sur l'ensemble d'un projet. « *La production d'hydrogène offshore est aussi intéressante parce qu'elle peut être facilement connectée aux ports où se trouvent souvent d'importantes zones industrielles* », explique à son tour Lizet Ramirez de Wind Europe, l'association européenne des professionnels de l'éolien. La spécialiste explique que l'hydrogène vert produit pourra donc facilement se substituer à l'hydrogène gris utilisé dans les usines portuaires – notamment pour la production d'engrais et le raffinage. En 2018, les besoins en Europe étaient estimés à 8,3 millions de tonnes – une quantité aujourd'hui principalement produite par vaporeformage du gaz fossile¹.

Les pays de la mer du Nord ambitionnent 20 GW d'éolien offshore dédiés à la production d'hydrogène dès 2030.

Parc éolien Dudgeon Offshore Wind Farm de 402 MW, situé à 32 km de la côte de Cromer, North Norfolk, au Royaume-Uni.



HYDROGÈNE À L'HORIZON

Pour remplacer ce gaz, mais aussi pour décarboner des secteurs comme la production d'acier ou le transport lourd, le plan européen RePowerEU, déclenché par l'invasion de l'Ukraine par la Russie, a poussé les objectifs hydrogène de l'Europe à 20 millions de tonnes par an d'ici 2030 – dont 10 importés et 10 produits domestiquement. Sans spécifier d'objectifs pour l'hydrogène offshore, la Commission a toutefois identifié ce levier avec le lancement cette année d'un appel à projets Horizon doté de 121 millions d'euros pour des démonstrateurs de puissance supérieure à 5 MW.

Au niveau national, si la Grande-Bretagne et la Norvège mais aussi l'Irlande, la Finlande ou la Suède développent des projets, les ministres de l'Énergie d'Allemagne, du Danemark, des Pays-Bas et de la Belgique se sont quant à eux mis d'accord en mai 2022 pour faire de la mer du Nord "l'usine verte de l'Europe" – avec au moins 65 GW d'éolien offshore dont 20 GW consacrés à l'hydrogène d'ici 2030².

Ces objectifs seront-ils remplis ? Beaucoup de projets sont aujourd'hui au stade de pilotes. « Sur l'échelle *Technology Readiness Level (TRL)* [niveau de maturité technologique, ndlr] qui s'échelonne de 1 (la recherche fondamentale) à 9 (un projet commercial), nous sommes à 5 pour l'hydrogène offshore. La plupart des projets pilotes qu'on trouve à travers l'Europe devraient voir le jour à partir de 2024 », développe Daniel Fraile, en charge de la stratégie politique au sein de l'organisation professionnelle européenne Hydrogen Europ.





DÉFIS TECHNIQUES

Ainsi, les Pays-Bas ont intégré un critère d'innovation à l'appel d'offres de l'un des lots du parc éolien Hollandse Kust West dont les résultats seront connus cet automne – et les entreprises participantes ont toutes répondu avec de l'hydrogène. Car les enjeux restent nombreux, en particulier pour les électrolyseurs en mer qui doivent résister à la corrosion et aux mouvements. Quant au transport, l'hydrogène produit pourrait être acheminé par conteneurs ou via des pipelines. Selon Hydrogen Europe, dans ce deuxième cas, la réutilisation des cana-

lisations existantes se révélerait trois fois moins chère que la construction de nouvelles infrastructures, mais des doutes subsistent sur la faisabilité. « *Les pipelines pétroliers peuvent être trop pollués, et ceux pour le gaz vont sans doute continuer à être utilisés* », développe Daniel Fraile. Enfin, toujours pour réduire les coûts, les industriels réfléchissent à des projets déconnectés du réseau



Sealhyfe, le démonstrateur de production d'hydrogène en mer développé par Lhyfe, embarquant un électrolyseur d'1 MW.

Toujours aux Pays-Bas, le projet Hollandse Kust North, développé par le consortium Crosswind comprenant Shell et Eneco, entend mettre en service dès l'année prochaine un parc éolien de 759 MW, qui sera relié à une infrastructure d'électrolyse située à Rotterdam. L'usine Holland Hydrogen I (Shell et Rotterdam Hydrogen Company) doit disposer en 2025 d'une puissance de 200 MW – qui sera portée à 400 MW en 2027. En Allemagne, la situation est plus ou moins la même : le projet de parc éolien de 450 MW Nordsee Two, porté par RWE et Northland Power et dont la mise en service est annoncée pour 2026, inclut également un volet hydrogène – mais l'électrolyseur, 4 MW, reste de taille modeste. Quant au projet pilote Aquaventus situé dans l'archipel d'Heligoland, il commencera à se concrétiser en 2023 avec la mise en œuvre d'un prototype d'électrolyseur en pied d'éolienne. À l'avenir, Berlin veut passer la vitesse supérieure : un article de la loi sur l'éolien en mer voté l'an dernier prévoit entre 2023 et 2028 une série d'appels d'offres pour une puissance totale de 500 MW.

PROJETS EN MÉDITERRANÉE

Des projets devraient aussi émerger dans le sud de l'Europe. En Méditerranée, au large de la Sardaigne, Seawind Ocean Technology, une entreprise basée aux Pays-Bas qui ambitionne de fabriquer des éoliennes flottantes et l'équipementier offshore Aquaterra imaginent pour 2027 un parc constitué d'éoliennes bipales flottantes d'une puissance de 3,2 GW associé à 1 GW d'électrolyse. Les deux sociétés évoquent également un projet de 300 MW au sud-ouest de la Grèce. « *Nous avons aussi débuté les négociations pour construire au large de la France ou de l'Espagne un projet associant éolien offshore et production d'hydrogène* », explique encore Justin O'Flynn, directeur général France de Seawind. Il refuse en revanche aujourd'hui d'avancer des précisions d'ordre économique. « *On ne parle pas de coût à ce stade. Mais nos investisseurs, de grands groupes pétroliers, ne s'intéressent pas à un projet à perte* », note-t-il.

Combien va donc coûter l'hydrogène offshore ? « *Les démonstrateurs actuels permettront de comprendre les déterminants économiques* », considère la chercheuse Ines Bouacida. Dépendant à la fois du prix de l'électricité et de celui de l'électrolyseur, Hydrogen Europe estimait en 2019 le kilogramme d'hydrogène offshore à 6 euros minimum – contre moins de 2 euros pour celui issu du vaporeformage du gaz. « *Mais les économies d'échelle sur les électrolyseurs devraient faire baisser les prix* », estime Lizet Ramirez, de Wind Europe. En parallèle, l'explosion du prix du gaz pourrait rendre l'hydrogène vert compétitif. La presse spécialisée relève ainsi les mots de Ben van Beurden, le PDG de Shell, qui a défendu cet été l'hydrogène vert, estimant dorénavant la fabrication d'hydrogène gris « *un peu compliquée* »³. Reste que l'hydrogène offshore aura aussi besoin d'un développement massif de l'éolien en mer, qui nécessite à la fois des permis et des chaînes d'approvisionnement solides. Beaucoup reste donc à construire. ■

électrique. « *Or les éoliennes de grande taille ont actuellement besoin d'électricité pour démarrer – et la question de les déconnecter du réseau ne s'était jamais vraiment posée avant*, poursuit le responsable de la stratégie politique d'Hydrogen Europe. *C'est techniquement faisable, mais cela demande des investissements supplémentaires en R&D.* » L'électrolyse est plus aisée à réaliser sur terre.

1. Hydrogen Europe, Clean Hydrogen Monitor 2020, novembre 2021.

2. "Declaration of Energy Ministers on the North Sea as a Green Power Plant of Europe", 18 mai 2022.

3. Rob Watts, "Shell boss: High gas prices will make blue hydrogen uncompetitive with green for some while", Recharge, 3 août 2022.

Vices cachés des machines : des éclaircissements sont attendus !



ARST AVOCATS

La garantie légale contre les vices cachés des éoliennes offre de nombreux avantages par rapport aux garanties contractuelles et d'assurance qui s'offrent aux exploitants lors de l'achat de leurs machines. Cette garantie obéit cependant à un double régime de prescription, dont la mise en œuvre anarchique appelle des clarifications de la part de la Cour de cassation.

PAR JEFFERSON LARUE ET LILY RAVON, AVOCATS DE ARST AVOCATS

Il est presque systématique que les contrats de fourniture d'éoliennes et les contrats de maintenance, proposés par les fabricants, stipulent des garanties portant sur les pièces et la main-d'œuvre, les composants techniques, la disponibilité technique, les courbes de puissance, voire les émissions sonores, censées les protéger en cas d'avarie frappant un ou plusieurs aérogénérateurs. Ces garanties sont cependant d'une courte durée : elles sont généralement limitées aux avaries qui apparaissent dans l'année ou les deux années suivant la mise en service des machines. Cela exclut ainsi tous les incidents qui résultent par exemple de processus lents, tels que les fissures par contraintes mécaniques, pourtant fréquentes en pratique. En outre, ces garanties excluent le plus souvent la prise en charge de certains postes de dépense critiques, comme les frais de reconstruction des plateformes de grutage, en cas de démontage pour vice caché, et – grâce à de subtils mécanismes d'agrégation entre les pertes d'exploitation et les productions des machines en fonctionnement et de celles qui seraient en panne – empêchent l'indemnisation intégrale des pertes de production.

Les polices « bris de machine » de base, de leur côté, excluent le plus souvent les pertes d'exploitation qui entrent dans le champ des garanties contractuelles (ce qui est presque toujours le cas), ainsi que la plupart des frais annexes supportés par l'exploitant.

AVANTAGES DE LA GARANTIE LÉGALE

En cas d'avarie, il n'est donc pas rare que les exploitants se tournent vers la garantie légale contre les vices cachés. Il s'agit d'une garantie prévue par la loi qui permet d'obtenir un remboursement total (annulation de la vente) ou partiel de l'achat et une indemnisation en cas de dommage, et qui est actionnée par une lettre de mise en demeure au fabricant. Elle présente l'avantage de ne pas être aussi limitée dans le temps, de ne pas exclure la prise en charge de certains frais (reconstruction des

plateformes de grutage par exemple) et, surtout, de permettre le remboursement intégral de toutes les conséquences financières de l'avarie (ce qui inclut les pertes d'exploitation et les divers frais annexes). Prévue aux articles 1 641 à 1 649 du Code civil, la garantie légale contre les vices cachés, qui est d'ordre public, suppose l'existence d'un vice caché, défini comme tout défaut indétectable à l'achat qui rend la machine inutilisable ou en diminue substantiellement l'usage. Une fois mise en jeu, elle permet à l'exploitant d'obtenir l'annulation de la vente, la réduction du prix d'achat ou la réparation de la machine, outre le remboursement de l'ensemble des pertes subies en conséquence du vice caché (ce qui inclut les frais annexes et les pertes d'exploitation), sans limitation de montant.

La garantie légale contre les vices cachés est soumise à une double prescription : elle doit non seulement être exercée dans les deux années suivant la découverte du vice caché (cette découverte étant constituée par la reconnaissance du vice par le fabricant ou le dépôt du rapport d'expertise certifiant l'existence du vice caché), conformément à l'article 1 648 du Code civil, mais aussi dans le délai de cinq ans prévu par l'article L.110-4 du Code de commerce, selon lequel « les obligations nées à l'occasion de leur commerce entre commerçants ou entre commerçants et

non-commerçants se prescrivent par cinq ans si elles ne sont pas soumises à des prescriptions spéciales plus courtes ». Pour être recevable, l'action en garantie contre les vices cachés doit donc être exercée dans les deux ans de la découverte du vice, mais aussi dans un délai de cinq ans dont le point de départ n'a cependant pas été précisé par le législateur !

VIDE LÉGISLATIF

En pratique, le vide laissé par le législateur est systématiquement exploité par les vendeurs, qui tentent de faire démarrer ce délai de cinq ans au jour de la conclusion de la vente, dans le but évident d'échapper à la garantie lorsque les vices ne se manifestent que plusieurs années plus tard. Leurs tenta-

circulation pour la vente d'une automobile (Cass. Civ 1^{re}, 11 mars 2020, n° 19-15.972), la date de facturation pour une livraison de plaques de toiture (CA Toulouse, 1^{re} ch. sect. 1, 5 août 2020, n° 17/04457).

Dans le silence de l'article L.110-4, la Chambre commerciale de la Cour de cassation, au visa de l'article 2224 du Code civil selon lequel « *les actions personnelles ou mobilières se prescrivent par cinq ans à compter du jour où le titulaire d'un droit a connu ou aurait dû connaître les faits lui permettant de l'exercer* », semble vouloir fixer le point de départ de la prescription quinquennale de l'article L.110-4 au jour où celui qui agit a ou aurait dû connaître les faits permettant d'exercer son action.

Ce moment peut être : le refus de garantie de la part d'un assureur pour le titulaire d'une assurance-emprunteur qui invoque un défaut de conseil (Cass. com. 6 janv. 2021, n° 18-24.954), la date d'achèvement des prestations pour une entreprise qui agit en recouvrement d'une facture (Cass. com. 26 février 2020, n° 18-25.036), la date d'exigibilité des sommes au paiement desquelles il n'est pas en mesure de faire face pour un emprunteur qui reproche à son banquier un défaut de mise en garde (Cass. com. 25 janv. 2023, n° 20-12.811).

De son côté, la Première chambre civile fixe le point de départ au jour de la vente initiale. Cependant, était en cause dans ces affaires l'action récursoire exercée par un vendeur intermédiaire d'une automobile contre le fabricant. Il y avait donc en toile de fond le risque, en ne déclarant pas son action prescrite, de conférer au fabricant plus de droits que n'en détenait l'acquéreur final (Cass. 1^{re} civ., 6 juin 2018, n° 17-17.348 ; Cass. 1^{re} civ., 22 janv. 2020, n° 18-23.778).

DÉBUT DE LA PRESCRIPTION QUINQUENNALE

Si l'on s'en tient à la lettre de l'article 2224 du Code civil, c'est donc au jour où l'exploitant d'une éolienne a connaissance de l'avarie (et donc de la possibilité d'exercer l'action en garantie des vices cachés) que devrait commencer à courir la prescription quinquennale. Par souci de ne pas trop étendre le risque de poursuite du vendeur, il pourrait même être

envisagé de faire démarrer la prescription au jour de la mise en service des éoliennes, qui correspond d'ailleurs en pratique au jour de prise d'effet des garanties contractuelles. C'est la date de mise en service qui a été retenue comme point de départ dans une affaire qui concernait une usine à béton (CA Chambéry, 1^{re} ch., 4 déc. 2018, n° 17/01151).

Dans une affaire récente portant spécifiquement sur des éoliennes, la Cour d'appel de Paris a pourtant retenu la date de conclusion des contrats de fourniture comme point de départ (CA Paris, 11^e ch., 9 sept. 2022, n° 21/06861). L'affaire est actuellement pendante devant la Cour de cassation.

Il est difficile dans ces conditions de dégager une solution claire. Aussi, au vu des enjeux, un éclaircissement définitif de la part de la Cour de cassation apparaît plus nécessaire que jamais. Elle est actuellement saisie de plusieurs affaires qui portent sur le point de départ de la prescription quinquennale. Des décisions devraient donc prochainement être rendues. ■



Le délai de validité de la garantie légale donne lieu à différentes interprétations.

tives ont d'autant plus de chance d'aboutir dans l'éolien qu'il est fréquent que les machines ne soient mises en service (et donc susceptibles de révéler des vices cachés) que plusieurs années après la signature des contrats de fourniture.

Dans le silence des textes, les juridictions ont rendu des décisions aussi variées que contradictoires en retenant comme point de départ : la date de réception des travaux pour des fournitures de canalisations et de briques (CA Agen, ch. Com. 1^{re} ch., 4 juin 2007, n° 06/00626 ; T. com. Lille, 3 mai 2017, n° 2016000333), la date de livraison pour une fourniture de tôles (Cass. Com., 5 févr. 2013, n° 11-25.491), la date de première mise en

Le Journal de l'Éolien a décidé de se pencher sur le métier de celles et ceux qui ont fait de l'éolien leur secteur d'activité. **Cadres, techniciens, agents territoriaux, chargés de missions, tous participent à l'essor de la filière. Fiche-métier, formation et témoignage...** Dans ce numéro, découvrez le métier de responsable raccordement et construction de parcs éoliens.

MÉTIER : Responsable raccordement et construction de parcs éoliens

Missions

- Planifier et optimiser, en lien étroit avec les gestionnaires de réseaux, les coûts et délais de raccordement (solution interne, PRAC, PTF, conventions de raccordement...).
- Valider les solutions d'accès aux sites en fonction des gabarits de turbines retenus incluant les plans d'infrastructures finaux ainsi que les parcelles temporaires à sécuriser.
- Définir le cahier de charges/AO, consulter, négocier, sélectionner et missionner les sous-traitants (lots génie électrique, fondations et VRD) en respectant les normes du métier (HSQE).
- Contrôler et piloter toutes les étapes du chantier depuis les études techniques jusqu'à la réception des travaux en optimisant coûts, délais, sécurité et satisfaction client.
- Assurer le raccordement au réseau électrique et télécom en lien étroit avec les prestataires.
- Être l'interface des bureaux de contrôle (missions L, SPS, Consuel électrique) tout en assurant le bon suivi administratif des chantiers (déclarations diverses, permission de voirie, constats d'huissier...) ainsi que l'interlocuteur terrain des parties prenantes.

Qualités exigées

Être entreprenant et doté d'une bonne aisance relationnelle. Faire preuve d'une forte conscience professionnelle. Être persévérant, autonome, rigoureux et convaincant.

Expérience requise

Justifier d'un parcours réussi (5 ans min.) dans la gestion de travaux d'envergure, par exemple en tant que chef de projet/chargé d'affaires réalisation, ou conducteur de travaux.

Comment y parvenir ?

Idéalement diplômé d'un bac +5 type ingénieur généraliste/spécialisé génie électrique (ESTP, ESITC, Supelec...) ou BTS/DUT/Licence avec expérience probante.

ÉOLIENNES, POURQUOI TANT DE HAINE ?

Cédric Philibert,

expert de l'énergie et du climat, examine et bat en brèche les nombreuses critiques adressées aux éoliennes. Il montre l'absolue nécessité de l'éolien aujourd'hui pour mener à bien la transition énergétique.

18€, 192 pages.



En vente sur le stand d'Observ'ER et sur www.librairie-energies-renouvelables.org

ABONNEZ-VOUS!

**PRINT
+
WEB**

L'abonnement à nos magazines vous permet de ne rien manquer des évolutions des énergies renouvelables : débats, focus entreprises, dossiers thématiques, retours d'expérience, enquêtes...

Des informations précises et chiffrées, un traitement objectif et rigoureux.

Votre abonnement vous permet de bénéficier de **5 numéros** dont **1 hors série** par an et par titre
+ L'actu des EnR, la **newsletter hebdomadaire**
+ L'accès au **kiosque en ligne** et aux **archives** du titre.



BON DE COMMANDE



Choisissez votre abonnement print + web

SOLO (1 magazine au choix)

FRANCE	☐ 1 an..... 99 €	☐ 2 ans..... 179 €
EUROPE*	☐ 1 an..... 109 €	☐ 2 ans..... 199 €
MONDE	☐ 1 an..... 119 €	☐ 2 ans..... 219 €

DUO (2 magazines au choix)

FRANCE	☐ 1 an..... 159 €	☐ 2 ans..... 269 €
EUROPE*	☐ 1 an..... 169 €	☐ 2 ans..... 289 €
MONDE	☐ 1 an..... 179 €	☐ 2 ans..... 309 €

TRIO (3 magazines)

FRANCE	☐ 1 an..... 199 €	☐ 2 ans..... 349 €
EUROPE*	☐ 1 an..... 209 €	☐ 2 ans..... 369 €
MONDE	☐ 1 an..... 219 €	☐ 2 ans..... 389 €

* Europe et Drom-Com

☐ **LE JOURNAL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES**

☐ **LE JOURNAL DU PHOTOVOLTAÏQUE**

☐ **LE JOURNAL DE L'ÉOLIEN**

Retrouvez nos derniers hors-séries ***

Le Journal des énergies renouvelables

- ☐ La climatisation renouvelable (avril 2020) 25 €
- ☐ La mobilité électrique renouvelable (avril 2021) 25 €
- ☐ L'agriculture et les EnR (avril 2022) 25 €
- ☐ La géothermie (avril 2023) 25 €

Le Journal du Photovoltaïque

- ☐ L'autoconsommation (juin 2019)..... 25 €
- ☐ Le stockage et les réseaux (juillet 2020) ... 25 €
- ☐ Kits photovoltaïques : le solaire à portée de main (juin 2021) 25 €
- ☐ Recyclage et seconde vie (juin 2022)..... 25 €
- ☐ L'agrivoltaïsme, une culture nouvelle (juillet 2023) 25 €

Le Journal de l'éolien

- ☐ Les rumeurs de l'éolien (juillet 2019) 25 €
- ☐ La question du foncier (septembre 2020) ... 25 €
- ☐ "L'intermittence", fin d'un mythe (septembre 2021) 25 €
- ☐ Éolien et biodiversité (juillet 2022) 25 €
- ☐ Éolien et territoires (octobre 2023) 25 €

*** Des frais de port s'appliquent pour tout achat à l'unité

Nom : _____

Prénom : _____

Société : _____

N° TVA intra. : _____

Adresse : _____

Code postal : _____

Ville : _____

Téléphone : _____

Email : _____

Montant total : _____ € + Frais de port * _____ €

France métropolitaine : 1,95 €, Europe/Dom-Com : 3,95 €, Monde : 5,95 € * Seulement pour toute commande de numéros

Montant total de la commande : _____ €

Bon de commande à retourner à :

OBSERVATOIRE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

146, rue de l'Université – 75007 Paris - France

Tél : 01.44.18.00.80



☐ Règlement par chèque bancaire
à l'ordre d'Observ'ER

ou

☐ Règlement par virement bancaire
ou mandat administratif

À joindre au bon de commande
lors de l'envoi

Avec nom, prénom et raison sociale dans l'ordre de virement
IBAN : FR76 4255 9100 0008 0047 5262 288
BIC : CCOFRRPPXXX

Vous pouvez aussi commander nos anciens numéros et nos ouvrages en vous rendant sur : librairie-energies-renouvelables.org



PUBLIEZ VOTRE OFFRE D'EMPLOI ICI !

Professionnels de l'éolien, dynamisez votre recrutement en plaçant votre annonce dans notre journal spécialisé :

Le Journal de l'Éolien

Tarifs sur demande.

Contactez-nous :

redaction@journal-eolien.org

Chef de projet management éolien confirmé

Boulogne-Billancourt (92)

Le groupe wpd fait aujourd'hui partie des leaders mondiaux de l'énergie éolienne onshore et offshore.

Mission : intervenir depuis la préparation du dépôt des demandes d'autorisation, l'instruction, la construction jusqu'à la mise en service du parc éolien. Suivre et coordonner les études et définir le design du futur parc éolien avec le soutien d'experts internes et externes. Piloter la concertation auprès des acteurs locaux en cultivant un esprit d'adhésion. Être le garant de l'obtention des autorisations purgées de tout recours. En phase préconstruction et construction, prendre un rôle de pilote avec l'appui des experts internes & externes. Être garant de la bonne notoriété de l'entreprise auprès de la population, des collectivités locales et de façon plus large des parties prenantes du projet. Gérer votre périmètre avec une grande autonomie et en lien avec le responsable régional et la directrice management France.

Compétences : engagement, innovation, travail d'équipe.

Profil : exp. dans le développement de projets d'aménagement du territoire/urbanisme.

Envoyez CV et LM sous la réf. CPMEC1 à candidat@elatos.fr ou sur elatos.fr

Chargé de développement territorial – projets éoliens

Région Pays de la Loire - télétravail

Depuis vingt ans, **energieTEAM** développe, construit et exploite des parcs éoliens dans toute la France.

Mission : piloter la prospection et l'identification de sites potentiels pour l'implantation de nouveaux projets éoliens sur le territoire. Négocier et assurer les relations avec les élus, les communes et communautés de communes, les propriétaires, les exploitants ainsi qu'avec les services de l'État. Accompagner le suivi rigoureux des procédures administratives et réglementaires pour l'instruction des dossiers éoliens réalisée par le service études. Être le garant de la bonne image et de la notoriété d'energieTEAM. Assurer une bonne passation du projet auprès du service études et du service construction de l'entreprise.

Compétences : autonomie, ténacité, créativité et rigueur.

Profil : exp. min 4 ans dans la réalisation de projets d'aménagement du territoire.

Envoyez CV et LM sous la réf. BMNSU1 à candidat@elatos.fr ou sur elatos.fr

Chef de projet éolien

Poitiers (86)

OSTWIND développe, conçoit, construit et exploite des parcs éoliens de haute qualité à l'échelle européenne.

Mission : identifier les sites d'implantation potentiels sur la base des documents d'orientation existants, de cartographies, de contacts, de veille documentaire... Identifier les propriétaires et exploitants favorables à l'installation d'éoliennes et négocier les contrats fonciers. Accompagner et fédérer les acteurs locaux. Animer l'information et la concertation autour du projet. Sélectionner les prestataires assurant les expertises et suivre leurs travaux. Piloter l'avancée des dossiers administratifs jusqu'à l'obtention des autorisations. Suivre et adapter les projets aux évolutions réglementaires. Apporter votre soutien aux autres services de l'entreprise pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens dans votre périmètre. Interagir avec les services supports (financiers, juridiques) pour valider l'avancement des projets. Assurer un reporting régulier et de qualité à votre hiérarchie tout en ayant une grande autonomie dans l'organisation de votre travail.

Compétences : dynamisme, organisation et autonomie.

Profil : bac +5, première expérience réussie dans le développement de projets EnR, idéalement éolien.

Envoyez CV et LM sous la réf. GSTFR1 à candidat@elatos.fr ou sur elatos.fr

Faites le choix de
la sérénité sur votre
chantier avec **KOOI**
Vidéosurveillance

02 56 54 13 54



Soyez rassuré



247kooi.fr | Vidéosurveillance

Le logiciel d'étude de vos projets Eolien - PV - Stockage

Modulaire et doté d'un système de licences très flexible, windPRO est le logiciel de référence pour les acteurs du **développement de projets éoliens**, porteurs de projets ou experts. Continuellement **amélioré par la société danoise EMD depuis 1986**, windPRO est **utilisé par 2000+ organismes** et sociétés dans le monde.

PRODUCTIBLE

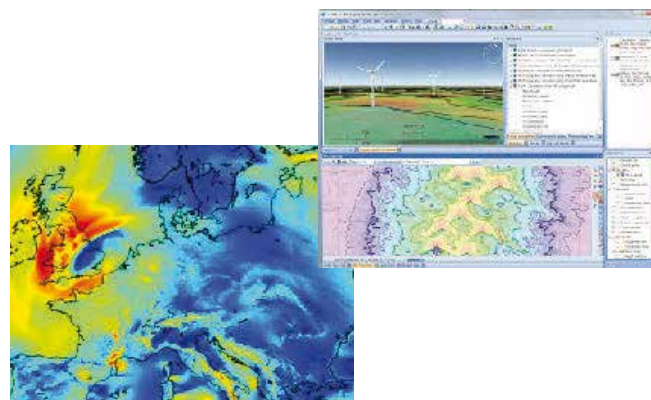
Données de mesure, corrélation à long terme, calculs de P50, P90 et pertes d'exploitation, optimisation des implantations, ...

ENVIRONNEMENT

Calculs d'impact acoustique à partir des mesures sur site, simulation des effets stroboscopiques....

INTEGRATION PAYSAGERE

Photomontages, détermination des zones d'influence visuelles, animations



Egalement dans windPRO 3.6

PERFORMANCES EN EXPLOITATION

Evaluation détaillée des pertes d'exploitation, réévaluation du productible long-terme, ...

ADEQUATION SITE-MACHINE

Evaluation des conditions du site (61400-1 ed.4), estimation durée de vie des composants.

PHOTOVOLTAIQUE

Aide à l'implantation, calculs de productible et de miroitement, création de photomontages.

Formations 2023

Les prochaines formations « **Initiale Vent** », « **Initiale Enviro** » et « **Initiale PV** » auront lieu **à l'automne**

Retrouvez le programme de nos formations inter-entreprises sur www.emd.dk/windpro/courses

EMD France propose également des **formations sur-mesure en entreprise ou à distance**

Contactez votre agence EMD France à france@emd.dk pour obtenir les programmes et modalités d'inscription à nos formations ou une licence d'essai de **windPRO 3.6** !